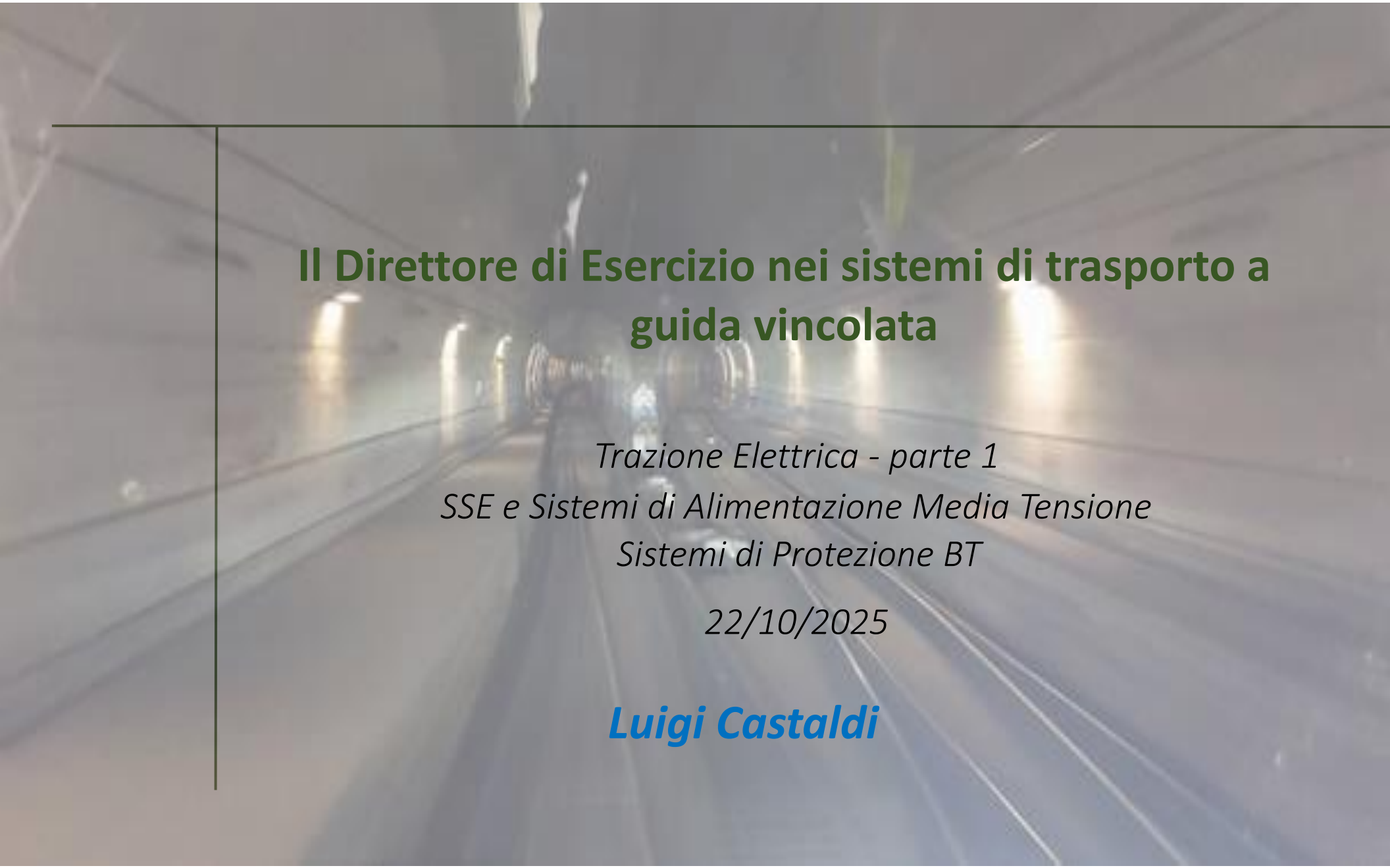


Il Direttore di Esercizio nei sistemi di trasporto a guida vincolata

Trazione Elettrica - parte 1

SSE e Sistemi di Alimentazione Media Tensione

Sistemi di Protezione BT

22/10/2025

Luigi Castaldi

Trazione Elettrica: Generalità

TRAZIONE ELETTRICA (TE): Col termine "**Trazione**" si vuole indicare il complesso di fenomeni, apparecchiature ed impianti che concorrono a provocare il movimento dei veicoli; con l'attributo "**elettrica**" viene specificato il tipo di energia utilizzata per la trazione stessa.

IMPIANTI FISSI DELLA TE: Quale che sia il sistema ferroviario di TE, si può in genere individuare un complesso *di impianti fissi* intermedi tra il centro di produzione/distribuzione (fornitore) dell'energia e i mezzi di trazione:

- Linee primarie (LP)
- Sottostazioni Elettriche (SSE)
- Linee di contatto (ldc) e relativo circuito di ritorno (cdr).

Durante la trattazione degli argomenti verrà tralasciata la parte di Linee Primarie in quanto di utilizzazione nell'ambito FS. In genere le alimentazioni degli impianti fissi dei Trasporti a Guida Vincolata, vengono prelevate attraverso forniture in Media Tensione (MT) in cavo.

Sottostazione Elettrica (SSE): Introduzione

Le SSE sono impianti che ricevono energia, da parte del distributore, da una o più linee trifase in MT (di norma 20kV o 9kV) e ne modificano i parametri elettrici per poter alimentare le linee di contatto e quindi i mezzi di trazione.

In alcune SSE, per permettere l'alimentazione delle Cabine di MT per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari delle Stazioni Metropolitane, è prevista un'ulteriore rete MT interna.

Le SSE adibite a servizio Ferroviario/Metropolitano risultano essere più complesse rispetto a SSE Tramviare e filoviarie, ma con analogo principio funzionale di base.

Le SSE sono normalmente impresenziate, in quanto attraverso un sistema di supervisione, che permette il telecomando e il telecontrollo degli enti di SSE, vengono gestite da distante da un Posto Centrale Operativo (PCO) definito in alcuni casi anche Dirigenza Operativo TE (DOTE).

Sottostazione Elettrica (SSE): Generalità

Le Sottostazioni elettriche sono realizzate per garantire la più alta affidabilità e sicurezza dell'esercizio ferroviario. I relativi componenti sono realizzati in conformità alle norme per gli impianti e le apparecchiatura di trazione e alle norme vigenti per la sicurezza e la prevenzione infortuni, con particolare riferimento ai criteri da seguire per permettere, tra le altre cose, di aumentare la sicurezza del personale, impedendo la possibilità di contatti accidentali con parti in tensione.

Da quanto anticipato possiamo considerare una SSE come una Cabina Elettrica di: Trasformazione – Conversione – Distribuzione.

Trasformazione: in quanto ha il compito di modificare la tensione della corrente elettrica per renderla adatta al sistema di conversione per l'alimentazione della trazione elettrica e, in alcuni casi, per la distribuzione a livelli di tensione differenti da quelli del fornitore;

Conversione: in quanto modifica la natura della corrente da alternata (AC) a continua (DC) per l'alimentazione della trazione elettrica;

Distribuzione: in quanto dalla SSE viene effettuata, attraverso linee di interconnessione in MT, l'alimentazione di altre SSE e/o Cabine Elettriche

Pertanto la SSE è caratterizzata elettricamente da una sezione di "Media Tensione", una di "Trasformazione MT/BT", una di "Corrente continua" ed una di "Servizi ausiliari" in bassa tensione.

Sottostazione Elettrica (SSE): Generalità

Il comando ed il controllo della SSE, attraverso il posizionamento di opportuni selettori, può essere disposto in tre diverse modalità:

- **locale** per le prove “in bianco” di manutenzione, in questa modalità non è possibile effettuare manovre di apertura/chiusura da distante, salvaguardando l’operatore sul posto da manovre indesiderate;

- **distante, dal quadro mosaico/sinottico/QTO** posto di norma nella sala quadri di SSE (con selettore in telecomando escluso). In questa modalità, utile in caso di guasto dello scada, l’operatore preposto al presenziamento della SSE può effettuare manovre di chiusura/apertura degli enti su disposizione del personale del posto centrale Operativo;

- **distante, da telecomando/SCADA** (con selettore in telecomando incluso). In questa modalità tutte le manovre sugli enti possono essere eseguite solo dal posto centrale operativo.

Per assicurare i servizi ausiliari in cc, essenziali per l’alimentazione delle logiche di comando e controllo, delle segnalazioni, della centralina allarmi e del mosaico/QTO di SSE è previsto un quadro caricabatterie con doppio ramo di uscita 110 e 24 Vcc.

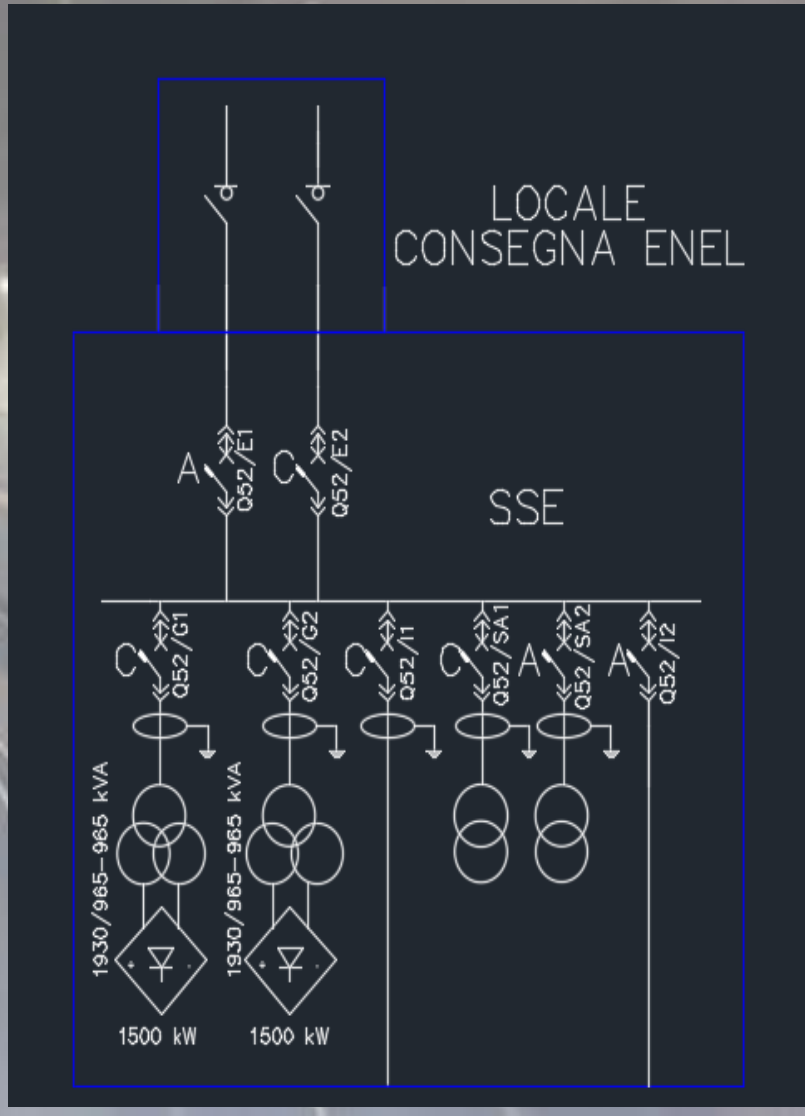
Sottostazione Elettrica (SSE): Composizione

Allo scopo di garantire la continuità operativa e la sicurezza del sistema, anche in caso di guasto di uno degli elementi fondamentali della rete MT, la maggior parte degli enti e delle linee di alimentazione sono duplicate. In modo tale da realizzare la ridondanza delle alimentazioni.

Nel nostro esempio l'alimentazione 20 kV proveniente dal locale consegna ENEL perviene in doppia linea, una di riserva all'altra, al quadro MT di SSE agli interruttori definiti di arrivo Enel Q52E1 e Q52E2.

Dal quadro di MT vengono alimentati i trasformatori di potenza (20/0,59/0,59kV) ed è quindi convertita a 750 Vcc dai gruppi raddrizzatori (1500 kW).

Le SSE sono caratterizzate, in base alla potenza necessaria, da due/tre gruppi di conversione composti da trasformatore di potenza e raddrizzatore, per l'alimentazione del sistema di trazione lato corrente continua.

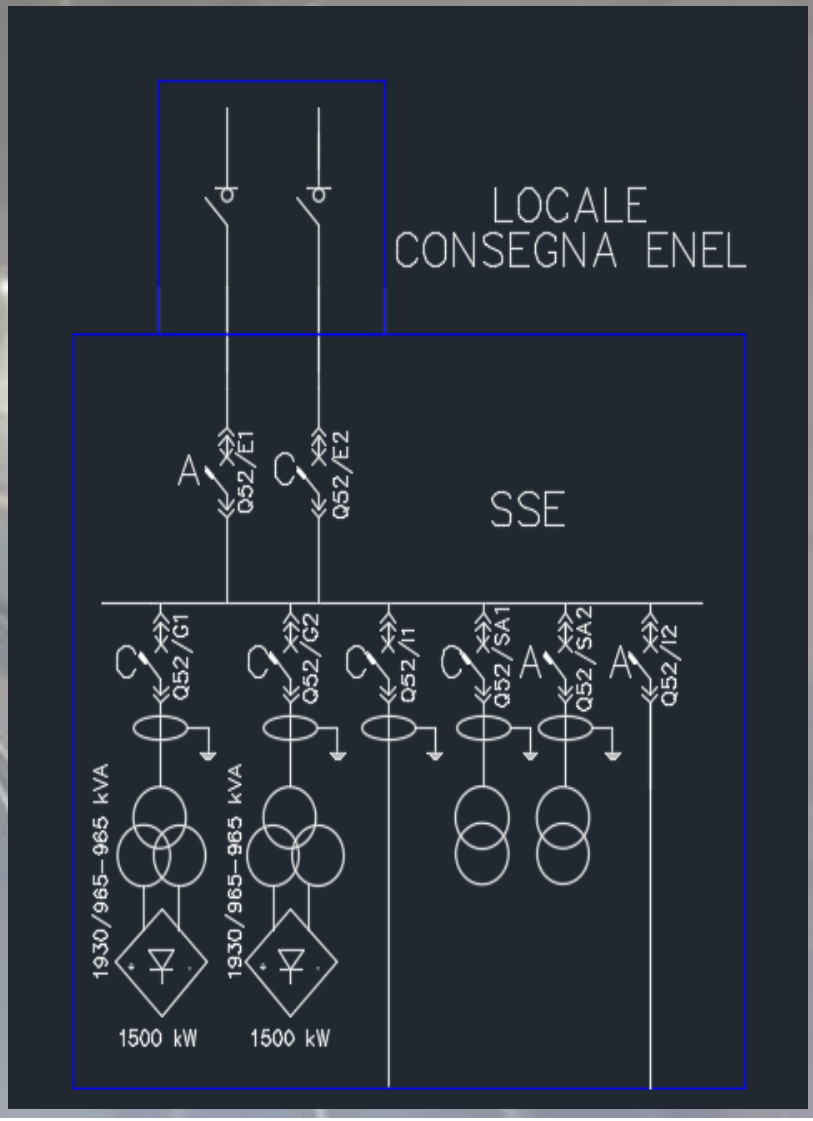


Sottostazione Elettrica (SSE): Composizione

Dal QMT, attraverso due interconnessioni, viene distribuita l'alimentazione 20kV per le cabine di stazioni adiacenti.

Sono presenti due trasformatori dei servizi ausiliari MT/BT (TR/SA1, TR/SA2), uno di riserva all'altro, per alimentare il quadro di distribuzione bt (QBT) di SSE.

Dal QBT viene derivata l'alimentazione di un alimentatore caricabatteria (400Vca/110 e 24 Vcc) necessario per l'alimentazione in continuità (no Break) delle logiche di comando e controllo e delle motorizzazioni degli enti di SSE.



Sottostazione Elettrica (SSE): Composizione

La S.S.E. è caratterizzata elettricamente da una sezione:

- sezione MT: comprende il quadro di MT fino ai terminali d'ingresso dei trasformatori di potenza e dei trasformatori dei servizi ausiliari;
- sezione trasformatori di potenza;
- sezione trasformatori dei servizi ausiliari;
- sezione c.c.: comprende il quadro in c.c.;
- sezione bt: comprende il quadro bt, il quadro terminale operatore (QTO) ed il caricabatteria.

La **sezione media tensione** è composta elettricamente da uno o più arrivi trifase di alimentazione a 20kV derivato dall'Ente Distributore e da un sistema di sbarre da cui vengono derivate le alimentazioni ai trasformatori di gruppo ed al trasformatore dei servizi ausiliari.

- Arrivi Enel Q52/E;
- Interconnessione Q52/I;
- Servizi Ausiliari Q52/SA;
- Gruppo RaddrizzatoreQ52/G

Interruttori MT



Gli interruttori M.T. sono di tipo sezionabile/estraibile, con comando a distanza e con spegnimento dell'arco con gas SF6 (esafloruro di zolfo).

L' **SF6** è un gas di produzione industriale, usato nei componenti elettrici di alta e media tensione.

Il grande impiego del gas è dovuto alle sue proprietà di isolante e di interruzione della corrente, temperatura e stabilità. Inoltre, è inerte, non infiammabile e non è tossico allo stato puro.

Infine, l'elevata proprietà isolante dell'SF6 permette di ridurre significativamente le dimensioni del quadro, così che possano adeguarsi agli stretti spazi in cui devono essere inseriti.

D'altro canto, l'SF6 è un gas **serra** sintetico estremamente resistente, capace di persistere nell'atmosfera per migliaia di anni: ogni chilogrammo di SF6 equivale all'emissione di 25.200 chilogrammi di CO_2.



Interruttori MT in vuoto

L'Unione Europea ha avviato un processo di regolamentazione per mitigare l'impatto climatico di tutti i tipi di gas fluorurati. L'industria elettrica ha quindi ormai poco tempo per adeguarsi, poiché, a partire da gennaio 2026 sarà vietato l'uso di nuovi quadri elettrici a media tensione che utilizzano SF6 per applicazioni fino a 24 kV inclusi.

In sostituzione degli interruttori in SF6 devono essere utilizzati interruttori in vuoto, conformi alla definizione di "sistema sigillato".

Tale tipo di interruttore, oltre a garantire la tenuta alla tensione di servizio e l'interruzione della corrente nominale, non consente alcuna manipolazione per tutta la durata di vita dell'interruttore (30 anni) e non prevede la manutenzione dei contatti di potenza durante la loro vita.



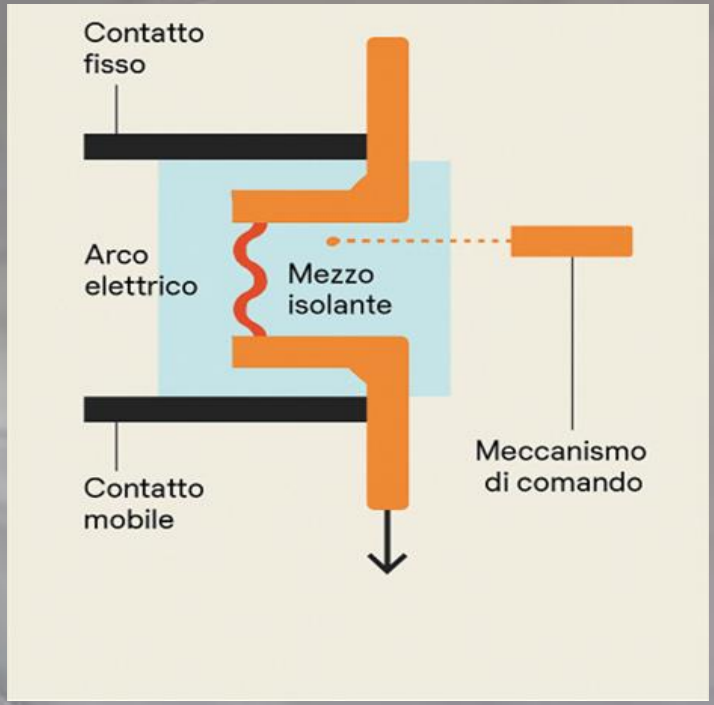
Interruttori MT: funzionamento

Un interruttore MT (Media Tensione) è un dispositivo elettromeccanico utilizzato per interrompere o stabilire il flusso di corrente in impianti elettrici con tensioni tipicamente comprese tra 1 kV e 36 kV. È essenziale per la protezione, il controllo e la sicurezza delle reti elettriche.

In condizione normale di chiuso, i contatti dell'interruttore sono chiusi permettendo il passaggio della corrente. Quando l'interruttore si apre per interrompere il circuito (apertura semplice, sovraccarico, cortocircuito o altro guasto) si genera un **arco elettrico** tra i contatti.

Questo arco è una scarica ad alta temperatura che può danneggiare i componenti se non viene gestito correttamente.

Durante la separazione dei contatti mobili da quelli fissi si genera un arco elettrico, tanto più grande e di difficile estinzione quanto più è alta la corrente in gioco.



L'estinzione dell'arco, che deve avvenire rapidamente a secondo delle tecnologie utilizzate dall'interruttore, viene ottenuto tramite:

- **Gas SF_6**: raffredda e isola l'arco;
- **Vuoto**: l'arco si estingue per mancanza di mezzo ionizzabile;
- **Aria compressa**: raffredda e disperde l'arco.

Dopo l'estinzione dell'arco, il mezzo isolante (gas, vuoto, aria) impedisce la ricomposizione dell'arco ed il circuito è ora interrotto in sicurezza.

Interruttori MT: Protezioni MT

Gli interruttori sono dotati di protezione contro i guasti fase-fase, fase-terra e direzionali fase-terra, e sono quindi equipaggiati con un relè di protezione di massima corrente + terra, conforme alle prescrizioni riportate sulle norme specifiche vigenti.

La protezione deve assicurare le seguenti funzioni:

Relè di Massima corrente (50/51)

- ***1a Soglia Sovraccarico (51)*****:** ha la funzione di proteggere la linea da eccessive richieste di carico, l'intervento è previsto ritardato per evitare scatti intempestivi e provoca l'apertura dell'ente.

- ***2a Soglia Corto circuito (50)*****:** ha il compito di proteggere la linea dai corto circuiti, l'intervento è previsto ritardato per realizzare il coordinamento (selettività) degli interventi; provoca l'apertura e il blocco dell'ente interessato.

Relè direzionale contro guasti a terra (67N): ha la funzione di proteggere la linea nel caso di corto circuito tra una fase e la terra. In breve l'intervento di questa protezione è causata da una perdita di isolamento dei cavi di interconnessione o degli scomparti di media tensione. Tale protezione secondo la norma CEI 0-16 deve essere prevista tenendo conto della gestione dell'alimentazione da parte del fornitore sia a neutro isolato che a neutro compensato. L' intervento della protezione provoca l'apertura e il blocco dell'ente interessato.

Bassa Pressione SF6 (63): controlla tramite pressostati (uno per ogni polo) la pressione del gas SF6; provoca l'apertura e il blocco dell'ente interessato.

Interruttori MT: Accesso agli scomparti – Normative di riferimento

Gli interruttori in MT sono corredati di un sistema di interblocchi elettrici e meccanici che, oltre a non consentire chiusure indebite, permettono l'accesso agli operatori in sicurezza. La corretta esecuzione delle manovre sarà quindi assicurata da opportuni interblocchi rispondenti alle norme CEI 17-6 e IEC 298 che, completati da segnalazioni meccaniche della posizione, garantiranno la massima sicurezza del personale.

Detti interblocchi assicureranno che sia possibile:

- Accedere ai componenti in Media Tensione solo dopo che questi sono stati opportunamente segregati, sezionati e messi a terra.
- Accedere agli apparecchi e ai circuiti di bassa tensione senza pericolo di contatto con i componenti in media tensione.

I quadri e le apparecchiature in MT sono progettati, costruiti e collaudati in conformità alla Normativa vigente in tema di sicurezza sul lavoro e alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e in particolare le seguenti:

- CEI EN 62271-200: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso;
- IEC 62271-1: Apparecchiature di manovra e quadri di alta tensione - Parte 1: Specifiche comuni per quadri di distribuzione e controllo di corrente alternata;
- CEI EN 62271-102 E CEI EN 62271-102/A2: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata;
- IEC 62271-100: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata;
- CEI EN 62271-101: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 101: Prove sintetiche.

Manutenzione: Generalità

Creare un piano di manutenzione per un impianto elettrico non è solo una buona pratica, è anche un obbligo normativo in Italia, secondo il Decreto 37/08, il Dlgs 81/08 e il DPR 462/01. Si elencano i punti principali per la realizzazione di un PDM.

1. **Analisi dell'impianto:** Mappatura di tutti i componenti: quadri elettrici, interruttori MT/BT, impianto di terra, illuminazione, UPS, ecc. Identificazione dei punti critici e delle apparecchiature soggette a maggiore usura.
2. **Frequenza degli interventi:** Definizione per ogni ente e per ogni operazione manutentiva la frequenza degli interventi. Generalmente: giornaliera, quindicinale, mensile, trimestrale, semestrale, annuale, etc.
3. **Procedure operative:** Redazione di istruzioni dettagliate per ogni tipo di intervento, con riferimento alle norme CEI 11-27 per lavori sotto tensione, specificando tra l'altro chi può accedere ai quadri e chi può eseguire le verifiche.
4. **Personale qualificato:** Gli interventi debbono essere affidati a tecnici abilitati. Formazione del personale interno per le operazioni di primo livello.
5. **Documentazione e tracciabilità:** Registrazione di ogni intervento su un registro digitale o cartaceo. Conservare i rapporti di verifica, certificazioni e manuali tecnici.
6. **Normativa di riferimento:** Guida CEI sulla manutenzione MT/BT. Manuali PDF con riferimenti normativi e operativi

Interruttori MT: Manutenzione

La manutenzione degli interruttori di media tensione (MT) è fondamentale per garantire la sicurezza e l'affidabilità degli impianti elettrici. In elenco alcune delle operazioni principali che vengono eseguite:

- **Ispezione visiva**: verifica dello stato esterno, presenza di segni di usura, corrosione o perdite;
- **Pulizia**: rimozione di polvere, residui e contaminanti da contatti e isolatori;
- **Controllo serraggi**: verifica e serraggio dei collegamenti bullonati;
- **Misure elettriche**: controllo dell'isolamento, resistenza di contatto e prove di funzionamento;
- **Aggiornamento componenti**: sostituzione di parti usurate o fuori produzione;
- **Verifica funzionale manovre**: test di apertura/chiusura dell'interruttore e controllo dei meccanismi di manovra;
- **Verifica funzionale**: test di simulazione segnalazioni, allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Verifica funzionale protezioni**: verifica strumentale intervento protezioni con iniezione di corrente di guasto e verifica tempi di apertura;
- **Documentazione:** registrazione dei valori misurati, annotazione di eventuali anomalie, aggiornamento del piano di manutenzione.

Allarme e Blocco

Per Allarme si intende che si ha la segnalazione dell'anomalia pervenuta e, nella maggior parte dei casi, l'apertura dell'ente interessato ed è consentita la richiusura dello stesso;

Per Blocco si intende che si ha la segnalazione dell'anomalia pervenuta; provoca l'apertura dell'ente interessato e non ne permette la richiusura, sino all'eliminazione del guasto.

La richiusura dell'ente sarà consentita solo dopo intervento del personale di manutenzione per la verifica/risoluzione del guasto e tramite l'azionamento del pulsante di sblocco.

Protezioni MT - Selettività

Gli interruttori della SSE e della rete in media tensione sono equipaggiati con protezioni elettriche del tipo Relè multifunzione a microprocessore che controllano in permanenza lo stato elettrico degli elementi della rete elettrica e provocano la loro messa fuori tensione (apertura di un interruttore), quando questi elementi sono interessati da anomalie di funzionamento quali: sovraccarico, corto-circuito, cedimento dell'isolante.

Oltre al rilevamento e, quindi, all'eliminazione del guasto tempestivamente al suo manifestarsi, permettono l'individuazione e la circoscrizione della zona in cui esso si è manifestato, in maniera da ridurre al minimo i disservizi.

In seguito si descrivono le protezioni previste, mettendo in rilievo quali sono le possibili cause che determinano il loro intervento e soprattutto la metodologia utilizzata per realizzarne la selettività.

Un sistema di selettività consiste nell'isolare il più rapidamente possibile la parte di rete interessata dal guasto, lasciando in esercizio tutta la parte sana della rete.

La filosofia di utilizzo e di funzionamento delle protezioni MT dell'anello di Stazione e/o Sottostazione, delle protezioni dell'interruttore relativo allo scomparto di consegna energia DG e di alimentazione dei trasformatori di gruppo e dei trasformatori dei servizi ausiliari, si basa sui seguenti livelli di intervento (filosofie di intervento):

"Filo Pilota";

"Back-up";

"Breaker Failure";

"Intertripping".

Protezioni MT – Selettività a filo pilota

Il “Filo Pilota” è una logica di tipo cablato e presiede al coordinamento delle protezioni MT. La selettività di tipo logico è realizzata inviando dei segnali di blocco denominati “block-input”.

L’interruttore che riceve tale segnale di “block-input”, anche **sentendo** il guasto, non interviene (non si apre).

In caso di guasto sui cavi MT (corto circuito o guasto a terra), i block-input consentono di bloccare l’intervento di tutte le protezioni interessate al guasto (non facendo aprire gli interruttori) tranne quell’unica protezione che non ha ricevuto il block input, ovvero l’interruttore che effettivamente, secondo la logica di selettività, deve intervenire per interrompere il circuito di guasto venutosi a creare.

Il vantaggio della logica a “Filo Pilota” sta nel fatto che consente l’intervento (apertura) solo dell’interruttore più vicino al guasto, massimizzando quindi la disponibilità di energia per tutte le altre cabine e mettendo fuori servizio la più piccola parte d’impianto.

Per ogni interruttore sono cablati:

due conduttori per la funzione di ricezione block input per guasto di fase o guasto a terra (proveniente dal sito precedente);

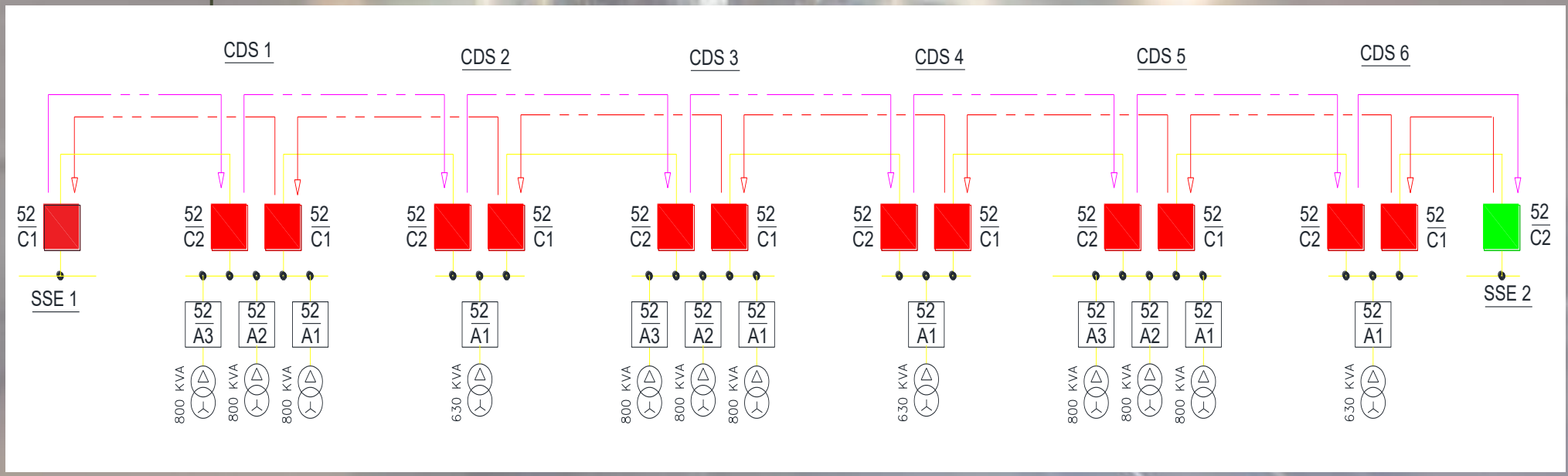
due conduttori per la funzione di invio block input per guasto di fase o guasto a terra (in direzione del sito successivo);

Selettività a filo pilota – esempio funzionamento

Si prenda in esame una rete MT di Interconnessione tra due SSE per l'alimentazione ad anello aperto di una serie di Cabine MT di Stazione. In questo caso l'anello MT è aperto nella SSE 2, e attraverso un sistema di entra ed esci vengono alimentate le CDS dalla SSE1.

Dallo schema sono indicate le linee:

- Gialle per le alimentazione di potenza
- Rosse e viola per i conduttori logici di block input tra i vari interruttori della rete.

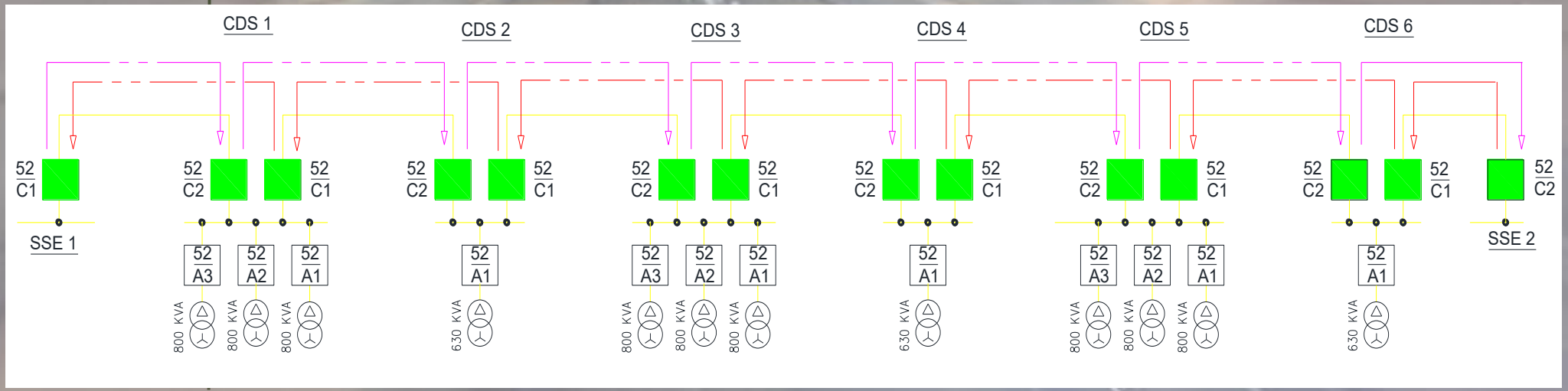


Selettività a filo pilota – esempio funzionamento

Ipotizziamo un guasto, nello specifico un corto circuito trifase sui cavi tra la CDS 3 e la CDS 4, in mancanza di un sistema di selettività efficiente.

Con effetto istantaneo, avremo lo scatto di tutti gli interruttori a monte del guasto (che «sentono» il guasto e conseguente blocco, che non consente la richiusura degli enti previo intervento su ogni sito del personale di manutenzione) e l'apertura a valle di tutti gli interruttori per mancanza tensione.

In questo caso è impossibile individuare la zona di guasto e tutto ciò porterà a notevoli tempi di disservizio e fuori servizio dell'esercizio.



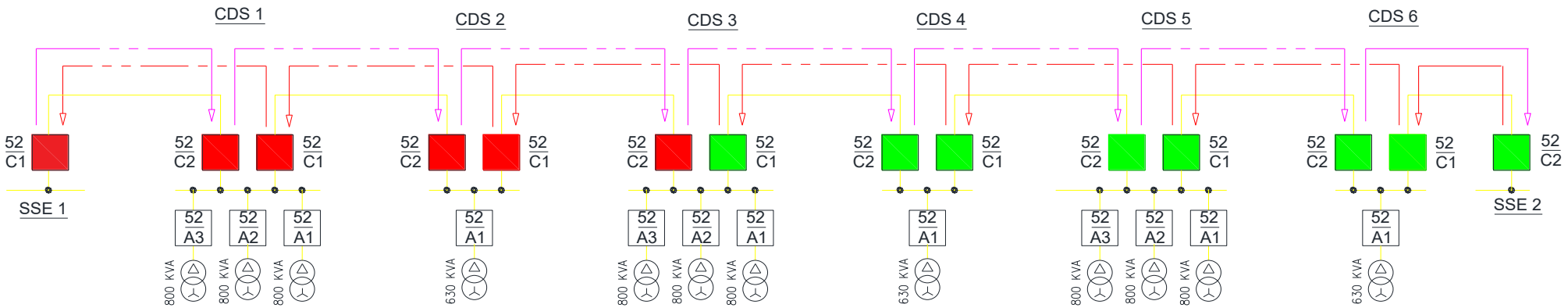
Selettività a filo pilota – esempio funzionamento

Analizziamo lo stesso guasto tra la CDS 3 e la CDS 4 in presenza di un sistema di selettività efficiente. Nell'istante del guasto, le protezioni che «sentono» il guasto sono tutte quelle a monte del guasto. Il primo interruttore che sente il guasto , alimentando dalla SSE 1 è il 52C1 della CDS 3.

Le logiche del filo pilota fanno in modo che:

- C1 della CDS 3 invia il Block-input al C1 della CDS2; C1 della CDS 2 invia il Block-input al C1 della CDS1; C1 della CDS 1 invia il Block-input al C1 della SSE1 (linea rossa dello schema);
- C1 della SSE 1 invia il Block-input al C2 della CDS1; C2 della CDS 1 invia il Block-input al C2 della CDS2; C2 della CDS 2 invia il Block-input al C2 della CDS 3; C2 della CDS 4 non riceve il block input dalla CDS 3, perché è dopo il guasto (linea viola dello schema);

L' unico a non ricevere il Block input è l'interruttore 52 C1 della CDS 3 che, dopo il suo tempo di scatto, apre, ovvero va in blocco ed invia il segnale di intertripping al C2 della CDS 4 aprendolo e bloccandolo in aperto. **Tutti gli interruttori a valle del guasto si apriranno per mancanza tensione e la rete presenterà la configurazione in figura.**

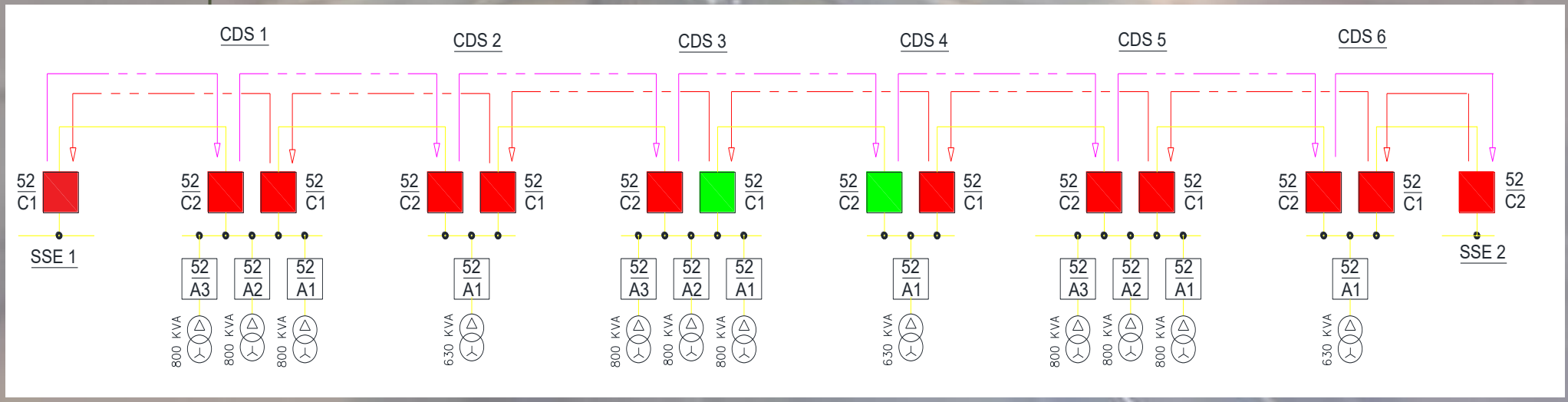


Selettività a filo pilota – esempio funzionamento

L'operatore del posto centrale, rapidamente attraverso semplici comandi da remoto, rialimenterà la rete MT dalla SSE 2 fino al C1 della CDS 3.

Risulteranno aperti e non comandabili i soli interruttori C1 della CDS 3 in blocco e il C2 della CDS 4 che ha ricevuto il segnale di **intertripping**, di fatto individuando la parte di rete guasta e non consentendo la rialimentazione fino all' intervento sul posto degli operatori della manutenzione per la verifica e il ripristino del guasto.

Di fatto la selettività ha consentito in tempi rapidi di rialimentare la linea MT senza perdere alcun sito e limitare il disservizio per l'esercizio.



Selettività: Intertripping

La logica di “Intertripping”, detta anche di “trascinamento”, interviene fra coppie di interruttori afferenti lo stesso cavo di MT quando uno dei due interruttori va in blocco, a seguito di apertura su evento (corto circuito, bassissima pressione gas, etc).

Pertanto, per un guasto sul cavo di MT (corto di fase o guasto a terra) l’interruttore direttamente interessato si blocca in aperto, comandando l’apertura ed il blocco dell’interruttore relativo al cavo di MT interessato al corto.

Il vantaggio dell’intertripping consiste nell’escludere la sezione di cavo di MT guasta, facilitando la successiva fase di riconfigurazione di rete MT.

Per le operazioni di ripristino il primo intervento da effettuare è sull’interruttore in blocco, resettando il quale si auto resetta automaticamente l’interruttore intervenuto per intertripping.

Per ogni interruttore sono cablati:

- due conduttori per la funzione di ricezione intertripping (proveniente dal corrispondente interruttore della cabina di interconnessione);
- due conduttori per la funzione di invio intertripping (in direzione del corrispondente interruttore della cabina di interconnessione).

Selettività: Back Up

Il back-up garantisce un ulteriore livello di protezione **(non selettivo)** su tutto l'impianto.

Il back-up è la seconda soglia di intervento in caso di guasto lato MT qualora la logica a "Filo Pilota" dovesse fallire in prima battuta.

Le soglie di intervento del back – up sono opportunamente ritardate "allo scatto" per permettere alla logica a filo pilota di intervenire in prima battuta. Es.:

- I>>> (soglia di corto circuito) I scatto 100A t scatto 0,15ms;
- I>> (soglia di back-up) I scatto 100A t scatto 0,25ms.

Selettività: Breaker Failure

Il Breaker Failure è una logica adottata per gli interruttori di alimentazione dei Trasformatori di trazione di SSE e dei servizi ausiliari (SA) di SSE e Cabine MT/BT.

Essa consente un ulteriore livello di intervento con comando di apertura degli interruttori relativi agli scomparti di interconnessione della SSE o della generica cabina.



Infatti, a seguito di invio del comando di apertura da parte della protezione del trasformatore, trascorso il Tempo di scatto, potrebbe capitare che per un guasto improvviso alla bobina di sgancio dell'interruttore o per un problema meccanico dell'interruttore stesso, quest'ultimo resti "chiuso su corto circuito". Anche questo intervento è non selettivo.

La logica d'intervento è la seguente: se la protezione, dopo aver inviato il segnale di "trip" (per l'attivazione di una qualsiasi delle sue soglie), rileva ancora l'attivazione della medesima per un tempo superiore, invia un ulteriore segnale di "trip" agli interruttori di interconnessione della SSE o della Cabina (disalimentandola totalmente).

Conversione Alternata/Continua

In ogni SSE, la sezione di conversione alternata/continua è composta da n. 2/3 gruppi di conversione trasformatore/raddrizzatore. Di norma, uno dei gruppi di conversione è di riserva e pronto ad entrare in servizio in caso di avaria di uno dei gruppi in funzione.

Caratteristiche Tecniche Trasformatore:

Trasformatore trifase a doppio avvolgimento secondario, con isolamento in aria.

Potenza nominale: 1930/965-965 kVA;

Tensione nominale primaria: 20 kV;

Tensione nominale secondaria a vuoto: 590 V;

Collegamento delle fasi: Primario: stella - Secondario: stella e triangolo.

Il trasformatore presenta la protezione termica (26) attraverso la centralina di controllo che, riceve il segnale dalle termosonde (PT100) inserite nel punto più caldo degli avvolgimenti del trasformatore e nel nucleo. La protezione è dotata di due soglie di intervento.

Il primo gradino è utilizzato per inviare una segnalazione di allarme in SSE e al telecomando; il secondo gradino, che indica il superamento della temperatura limite per il funzionamento del trasformatore, è invece utilizzato per comandare l'apertura dell'interruttore di gruppo bloccandolo in aperto.

Trasformatori MT: Manutenzione

Le principali operazioni di manutenzione da eseguire su un trasformatore MT a secco:

1. Ispezione visiva: con frequenza semestrale, verificare: Collegamenti elettrici (serraggio, corrosione); Segni di surriscaldamento o annerimenti; Danni fisici alla struttura o all'isolamento; Integrità delle alette di raffreddamento.

2. Pulizia: Rimozione di polvere e detriti; Pulizia delle aperture di ventilazione per garantire il corretto flusso d'aria.

3. Monitoraggio della temperatura: Confronto con i limiti nominali e registrazione delle letture delle centraline di Temperatura; Verifica surriscaldamenti.

4. Controllo della ventilazione: Verifica delle condizioni del locale, ovvero ventilato, pulito e asciutto.

5. Registrazione e documentazione: tenuta del registro delle manutenzioni, annotando Data, Tipo di intervento, Valori misurati, Eventuali anomalie.

Sezione in Corrente Continua: composizione

Il quadro in corrente continua destinato ad alimentare la linea di contatto è costituito essenzialmente dalle seguenti sezioni:

- Sezione di conversione alternata – continua;
- Sezione di alimentazione della linea di contatto.

La sezione di conversione alternata-continua, costituita da gruppi raddrizzatore a **reazione dodecafase**, è composta dai seguenti scomparti:

N° 2/3 gruppi raddrizzatore dodecafase:

N° 2/3 scomparti sezionatore bipolare di gruppo, misura cc e ritorno negativi;

N° 1 scomparto dispositivo limitatore di tensione del negativo.

La sezione alimentazione della linea di contatto è composta elettricamente da N°4 interruttori extrarapidi autorichiudenti unidirezionali, dei quali:

- N°2 per la LdC in direzione SSE precedente binario pari e dispari;
- N°2 per la LdC in direzione SSE successiva binari pari e dispari.

In alcune SSE è previsto un ulteriore interruttore di riserva che, all'occorrenza, (attraverso una combinazione di sezionatori) può essere utilizzato in sostituzione di uno dei 4 interruttori guasto;

Sezione in Corrente Continua: norme

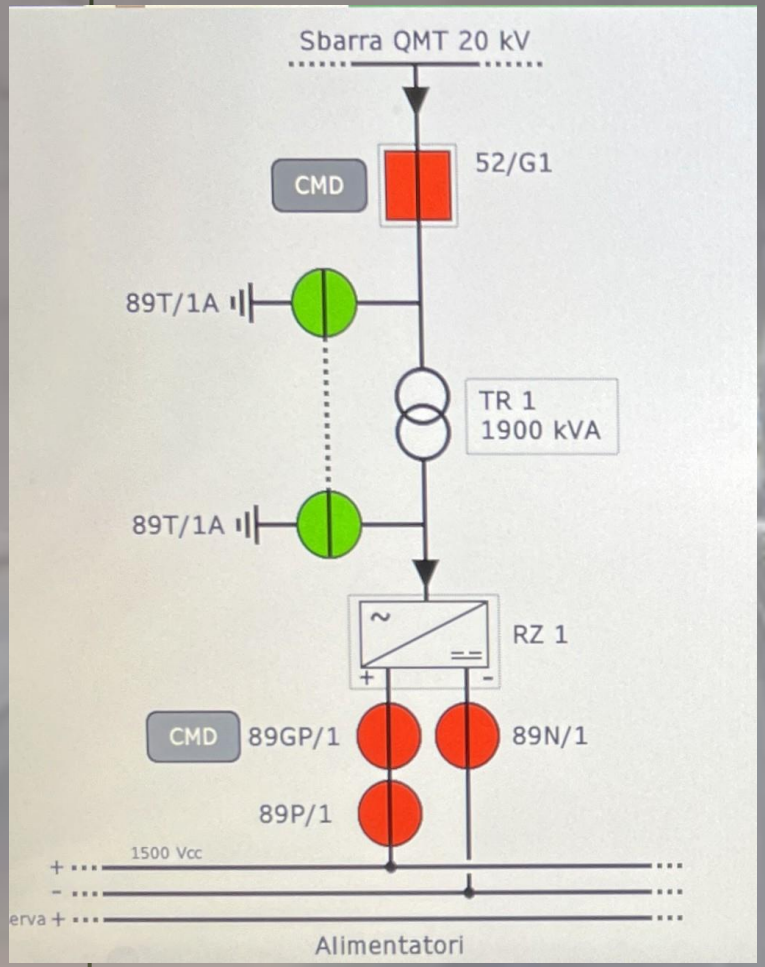
Il quadro in corrente continua e le apparecchiature in esso contenute sono progettati, costruiti e collaudati in accordo alle seguenti norme:

- CEI EN 50122-1 (9-6) ultima edizione - Applicazioni ferroviarie - "Installazioni fisse" Parte I: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;

- CEI EN 50 123-1 (9-26) ultima edizione - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. "Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua";

- Legge 1/3/68 n. 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.

Gruppo Raddrizzatore



Le SSE sono caratterizzate, in base alla potenza necessaria, da due/tre gruppi di conversione composti da trasformatore di potenza e raddrizzatore, per l'alimentazione del sistema di trazione lato corrente continua.

Il raddrizzatore è costituito da due scomparti modulari (denominati RZA e RZB identici tra loro) collegati a doppio ponte di Graetz trifase con diodi al silicio a disco, collegati in parallelo.

Le portelle saranno dotate di interblocchi che ne impediranno l'apertura a raddrizzatore in funzione.

Gli scomparti dei raddrizzatori dovranno essere installati isolandoli dal pavimento per consentire la realizzazione del circuito di protezione di guasti verso terra (64), a mezzo di collegamenti in cavo e di dispositivo di rilevazione guasti presente in ogni cella.

Il dispositivo di controllo e protezione e comando di ogni cella dovrà essere collegato al sistema Scada di Sottostazione.

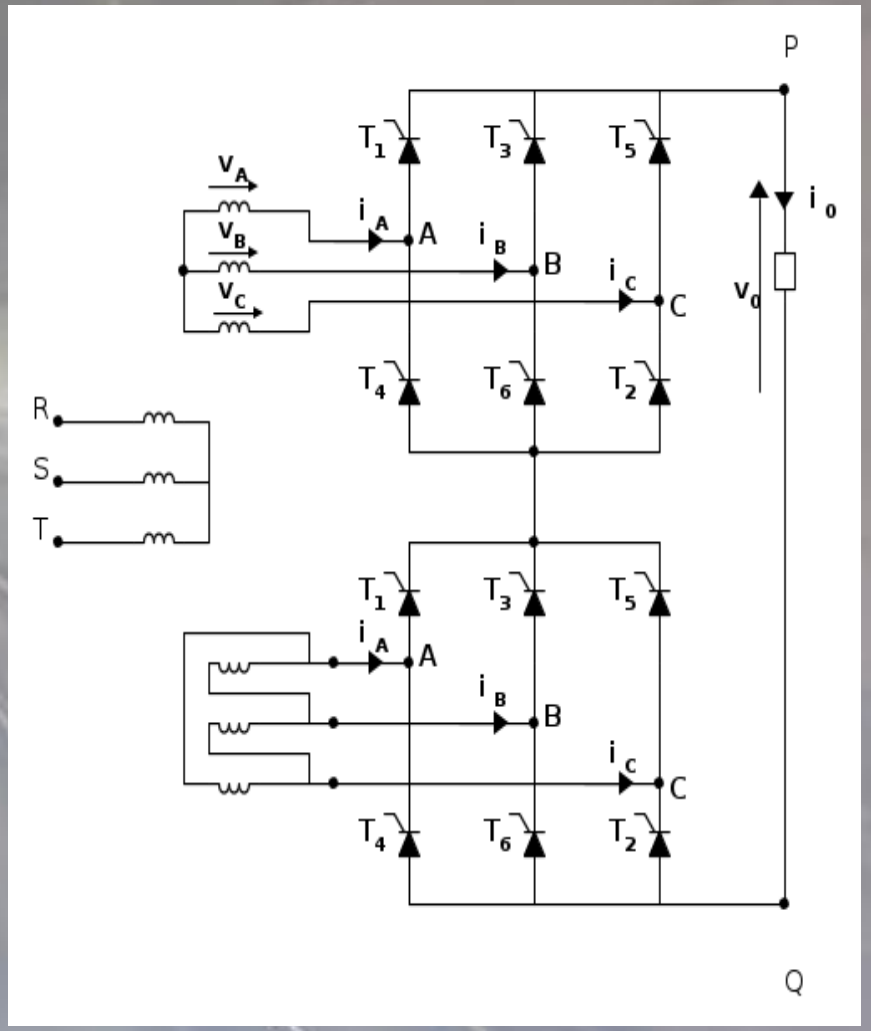
Il gruppo raddrizzatore ha le seguenti caratteristiche elettriche principali: Tensione Nominale: 750 V; Corrente nominale: 1000 A; Potenza nominale: 750 kW.

Gruppo Raddrizzatore - Reazione dodecafase

La **reazione dodecafase** in elettrotecnica si riferisce a un sistema di **raddrizzamento a dodici impulsi**; viene ottenuta combinando due ponti di Graetz trifasi (reazione **esafase -** a 6 impulsi ciascuno). I due raddrizzatori sono alimentati da **due secondari trifase** di un trasformatore, sfasati di **30° elettrici** tra loro. Come visto in precedenza si usa un **trasformatore con doppio secondario**: uno collegato a **stella (Y), l'**altro a **triangolo (Δ)**. Questo collegamento crea lo sfasamento necessario tra le due tensioni trifase.

Nel disegno, ogni ramo è costituito da un diodo. In caso di raddrizzatori di maggiore potenza si potranno prevedere più diodi collegati in parallelo. Per ogni diodo è previsto un fusibile extrarapido di protezione dotato di contatto di intervento.

I raddrizzatori sono realizzati secondo la filosofia "N-1", ossia ciascuno ramo del convertitore dovrà essere costituito dal almeno n. 2 diodi in parallelo, dimensionati in modo che, in caso di guasto un diodo in un ramo del ponte, il raddrizzatore lavora correttamente e le sue prestazioni restano invariate, sia in servizio continuo e sia con i sovraccarichi richiesti.



Gruppo Raddrizzatore - Diodo

Ciascun diodo è protetto singolarmente da un fusibile extrarapido dimensionato per poter intervenire selettivamente nel modo seguente:

- in caso di corto circuito franco lato c.c., i fusibili, ed ovviamente i diodi, dovranno essere in grado di sostenere la corrente di corto circuito fino all'intervento delle protezioni primarie: interruttore automatico MT di gruppo (breve durata);

- in caso di corto circuito interno, cioè di corto circuito di un diodo, il relativo fusibile dovrà intervenire mentre i rimanenti diodi e fusibili del complesso dovranno rimanere integri. Lo stato di ciascun fusibile deve essere inviato ad una centralina di allarme ed essere singolarmente segnalato tramite display.



Allo stesso modo dovrà essere monitorata la temperatura dei dissipatori mettendo un elemento termosensibile (termosonda PT100) nel punto più caldo del dissipatore stesso e tarato in modo da generare un allarme, quando la temperatura presunta della giunzione raggiunge il 70% di quella massima ammessa dal costruttore. Questa temperatura non dovrà essere mai raggiunta in condizioni normali neppure con i sovraccarichi richiesti.

I raddrizzatori dovranno essere isolati verso terra in tutti i loro componenti.

Gruppo Raddrizzatore – accessori - protezioni

I raddrizzatori sono equipaggiati con almeno i seguenti accessori:

- filtri antidisturbo;
- amperometro e voltmetro con relativo shunt e trasduttori;
- centralina per il monitoraggio e la diagnostica dei principali parametri termici ed elettrici;
- segnalazione di ogni diodo guasto e apertura interruttore automatico MT, al secondo diodo guasto dello stesso ramo, con la necessità di ripristino manuale una volta avvenuta la sostituzione del diodo in avaria;
- termostato con contatti di allarme e scatto per il controllo della temperatura dei dissipatori.

Ogni Raddrizzatore è dotato delle seguenti protezioni:

Guasto protezione circuiti RC (FRC) provoca l'allarme e il blocco dell'ente interessato;

Sovratemperatura RZ (26) provoca l'allarme il blocco dell'ente interessato;

Relè corrente inversa (32);

Relè di massa (64).

Protezioni Corrente Inversa (32) - Guasto a Terra (64)

Protezione corrente inversa (32)

Ogni raddrizzatore prevede una protezione corrente inversa; questo dispositivo rileva i guasti che danno origine a correnti inverse (non uscenti dal raddrizzatore) e cioè guasti che potrebbero essere alimentati sia da altri gruppi raddrizzatori della stessa SSE sia provenienti da altre SSE.

Il relè è ad inserzione indiretta leggendo le correnti **entranti** nel raddrizzatore, prelevando il segnale di misura dal ricevitore inserito nello scomparto raddrizzatore.

L'intervento del relè corrente inversa provoca l'apertura e il blocco (non consentendone la richiusura) del raddrizzatore interessato, l'apertura se non già aperti dei restanti raddrizzatori in servizio e l'apertura di tutti gli interruttori extrarapidi.

Protezione guasto a terra (64).

Ogni scomparto raddrizzatore è isolato elettricamente da tutti gli altri scomparti del quadro in corrente continua ed isolato verso terra in tutti i propri componenti. Il quadro è installato facendo attenzione e verificando tale isolamento.

Questo dispositivo rileva la perdita di isolamento delle apparecchiature in cc, onde evitare guasti distruttivi sulle apparecchiature stesse, attraverso il rilievo della corrente verso terra dello scomparto.

L'intervento del dispositivo di terra l'apertura e il blocco di tutti i gruppi raddrizzatori in servizio e l'apertura degli interruttori extrarapidi in modo tale da non consentirne la richiusura, previo intervento del personale di manutenzione per la risoluzione del guasto.

Raddrizzatori di Potenza: Manutenzione

Le principali operazioni di manutenzione da realizzare, con cadenza annuale, sui Raddrizzatori di potenza sono:

- **Ispezione visiva:** Verifica dello stato fisico dei componenti, Controllo di eventuali segni di surriscaldamento, Corrosione o danneggiamenti meccanici;
- **Pulizia**: Rimozione della polvere dai moduli di potenza e dai dissipatori, Pulizia dei contatti e delle connessioni con prodotti antiossidanti;
- **Controllo serraggi**: Verifica e serraggio dei collegamenti bullonati;
- **Controllo dei diodi:** Verifica della continuità elettrica, Sostituzione di diodi deteriorati o fuori specifica;
- **Controllo del circuito di smorzamento RC:** Verifica dei condensatori e delle resistenze;
- **Monitoraggio termico:** Verifica delle sonde di temperatura a soglie multiple (allarme/blocco), Controllo del funzionamento dei ventilatori;
- **Verifica funzionale**: Test di simulazione segnalazioni, Allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Documentazione:** **R**egistrazione dei valori misurati, Annotazione di eventuali anomalie, Aggiornamento del piano di manutenzione.

Negativo e VLD

Il negativo è collegato direttamente al binario e tenuto isolato da terra; precauzione necessaria per limitare il fenomeno delle correnti vaganti. Per questo motivo è previsto un sistema che collega il negativo a terra nel caso in cui le tensioni tra negativo e terra superino determinati valori ritenuti pericolosi.

Per questo motivo, in SSE è installato un dispositivo denominato VLD (dispositivo limitatore di tensione) o cortocircuitatore in grado di proteggere da sovratensioni, attraverso un contattore di corto circuito atto a stabilire un collegamento di potenza tra il circuito TE (negativo) e l'impianto di terra della SSE, relativo all'impianto di conversione, quando la tensione misurata supera i valori della tensione di contatto specificati dalle norme EN 50122-1.

Il funzionamento elettrico è il seguente:

- In caso di intervento del relè di massima tensione c.a. (59) o del relè di massima tensione c.c. (45), il contattore, se in posizione di aperto, sarà chiuso automaticamente e resterà in questa posizione per circa 10 secondi, dopodiché automaticamente si riaprirà, richiudendosi se nuovamente i relè che pilotano la sua chiusura rilevano ulteriori tensioni pericolose.

Durante il tempo di chiusura del contattore, in caso di intervento del relè di corrente ad inserzione diretta (76), il VLD comanda l'apertura degli interruttori extrarapidi e il contattore rimane chiuso bloccato, in modo che la funzione "prova linea" degli interruttori extrarapidi identifichi il guasto (lo sblocco del VLD avverrà sul posto manualmente).

Valori di tensione di intervento in ca 60V; Valori di tensione di intervento in cc 120V.

VLD: Manutenzione

Le principali operazioni di manutenzione da realizzare, con cadenza annuale, sui VLD:

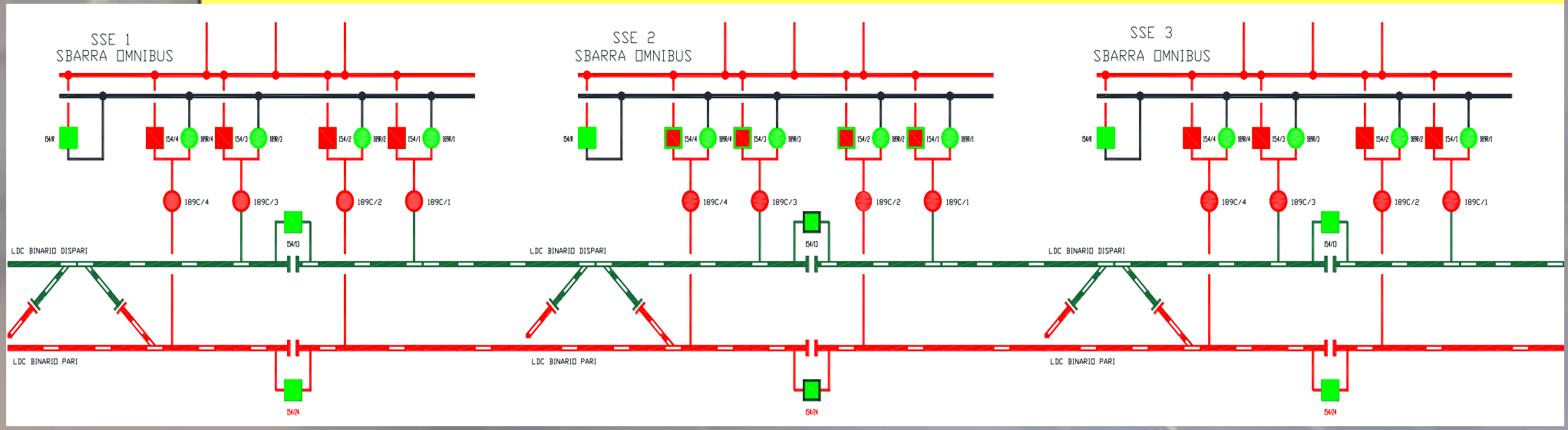
- **Ispezione visiva:** Verifica dello stato fisico dei componenti, Controllo di eventuali segni di surriscaldamento, corrosione o danneggiamenti meccanici, Verifica della connessione di terra;
- **Pulizia:** Rimozione di polvere e detriti, Pulizia dei terminali e delle superfici isolanti;
- **Controllo serraggi**: Verifica e serraggio dei collegamenti bullonati;
- **Misure elettriche:** Resistenza di isolamento tra terminali e massa, Tensioni e corrente di intervento: verificando che il VLD scatti alle soglie previste;
- **Verifica funzionale**: Test di simulazione segnalazioni, allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Documentazione:** Registrazione dei valori misurati, Annotazione di eventuali anomalie, Aggiornamento del piano di manutenzione.

Schema Trazione Elettrica

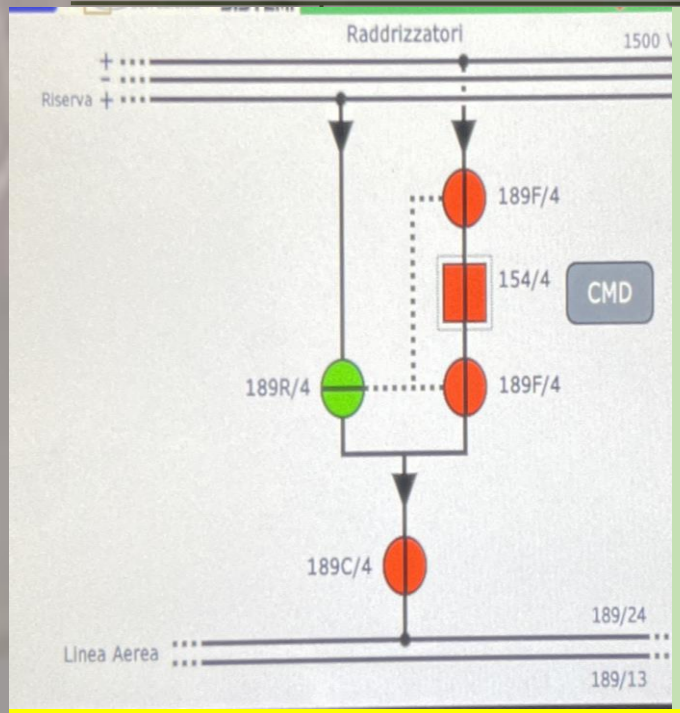
Come anticipato, le SSE sono caratterizzate, in base alla potenza necessaria, da due/tre gruppi di conversione composti da trasformatore di potenza e raddrizzatore, per l'alimentazione del sistema di trazione. L'uscita del positivo dei raddrizzatori fanno capo alle **sbarre omnibus di SSE**.

Dalle sbarre omnibus di SSE vengono derivate, attraverso gli interruttori extrarapidi autorichiudenti, l'alimentazione della linea di contatto aerea.

Il circuito di linea, costituito dalla linea di contatto e dalle rotaie, per ragioni di esercizio, manutenzione e protezione, è suddiviso in **settori** alimentabili e separabili mediante interruttori e sezionatori. I vari settori sono separati meccanicamente e sezionati elettricamente da zone di sezionamento a "**spazio d'aria**". Ogni settore è alimentato in modo **bilaterale** da due SSE limitrofe, in modo a "**sbalzo**" se alimentato da una sola SSE.



Interruttore extrarapido autorichiudente



L'interruttore extrarapido è un interruttore per corrente continua, unipolare, in aria a soffio magnetico, a sgancio libero ed aggancio magnetico, in accordo con le Norme EN50123, in versione fissa per quadri aperti o montato su carrello in esecuzione estraibile per quadri a scomparto.

Il meccanismo di chiusura è di tipo magnetico con bobina di ritenuta.

Uno sganciatore primario di massima corrente è incorporato nell'interruttore ed è di tipo **unidirezionale** (bidirezionale per interruttori di parallelo).



Si può inoltre ottenere l'apertura dell'interruttore, relativamente lenta, interrompendo l'alimentazione alla bobina di ritenuta. L'interruttore extrarapido ha le seguenti principali caratteristiche:

- sistema di aggancio magnetico con bobina di ritenuta;
- sganciatore diretto unidirezionale o bidirezionale per sovracorrente;
- caminetto di estinzione arco.

L'interruttore si definisce **autorichiudente** in quanto, attraverso un sistema di prova linea che verifica lo stato di isolamento della linea, in seguito ad uno scatto si potrà richiudere automaticamente.

Prova Linea

Tale apparecchiatura ha il compito di verificare lo stato di **isolamento** della linea, cioè di stabilire se è possibile la chiusura dell'interruttore extrarapido senza alimentare cortocircuiti.

Il sistema di prova linea è funzionante sia per la chiusura dell'extrarapido su comando sia per consentire la logica di **autorichiusura**. In questo caso il "prova linea" ha il compito di stabilire se le cause che hanno provocato l'apertura dell'interruttore sono fenomeni transitori o permanenti.

A tale proposito, sono previsti **3 test** e, nel caso che tutti siano negativi (linea "guasta"), la logica del dispositivo manda in blocco l'interruttore (blocco autoresettante dopo 30").

In caso contrario, al primo dei tre test che risulti positivo (linea "sana") la logica comanda la chiusura automatica dell'interruttore.



Interruttori in CC: Manutenzione

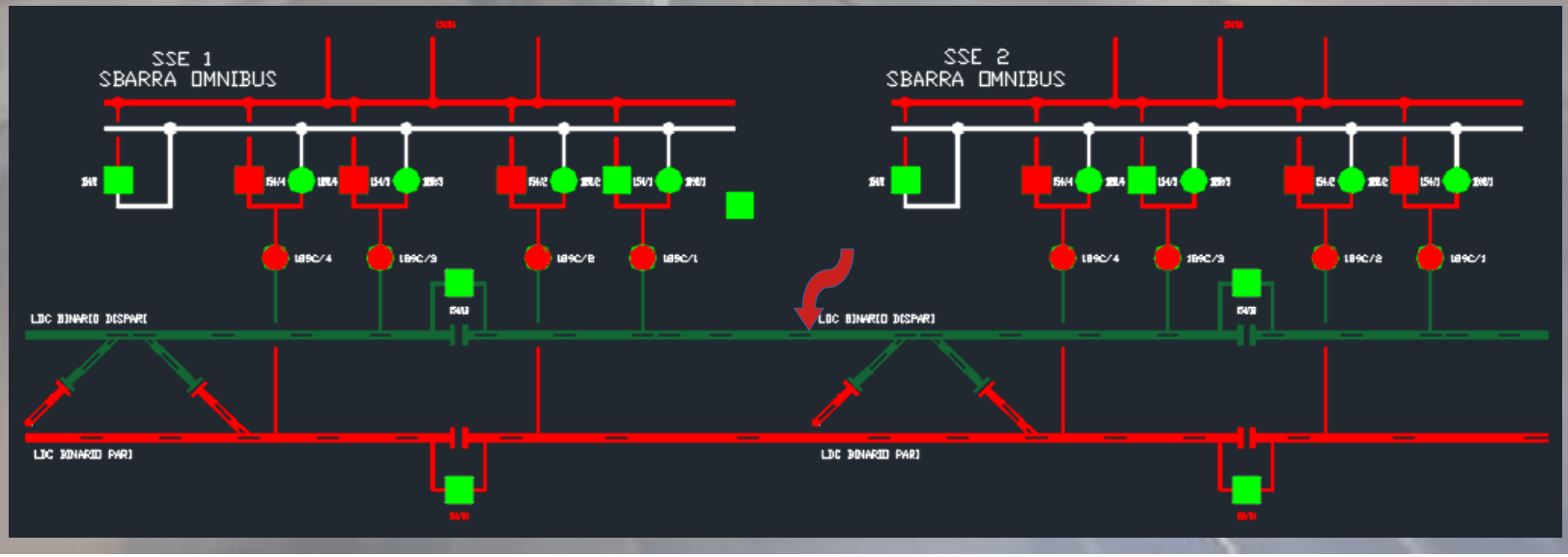
Le principali operazioni di manutenzione da realizzare, con cadenza annuale, sugli interruttori extrarapidi autorichiudenti sono:

- **Ispezione visiva:** Verifica dello stato fisico dei componenti, Verifica dello stato meccanico del contattore e delle connessioni, Controllo dell'integrità del caminetto di spegnimento arco, Verifica dell'aggancio elettromagnetico e dei componenti pneumatici;
- **Pulizia:** Rimozione di polvere e residui carboniosi, Pulizia dei contatti e delle superfici isolanti;
- **Controllo serraggi**: Verifica e serraggio dei collegamenti bullonati;
- **Verifica funzionale:** Test di apertura e richiusura automatica, Iniezione di corrente per verifica intervento protezioni;
- **Controllo elettronico:** Verifica del relè di protezione, Controllo dei parametri di taratura e dei log di intervento;
- **Verifica funzionale**: Test di simulazione segnalazioni, allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Documentazione:** **R**egistrazione dei valori misurati, Annotazione di eventuali anomalie, Aggiornamento del piano di manutenzione.

Circuito di Scattato

Il circuito di scattato o asservimento, necessario nel caso di linea alimentata bilateralmente, prevede il collegamento e la comunicazione degli interruttori extrarapidi preposti all'alimentazione e protezione della linea, mediante l'utilizzazione di un circuito di relazione.
Poiché, infatti, un guasto distante può essere fonte di una corrente di valore inferiore a quella di taratura delle protezioni, è fondamentale l'assistenza della Sottostazione più vicina al guasto, in grado perciò di rilevarlo.

L'apertura dell'interruttore extrarapido della Sottostazione è, così, comunicato alla Sottostazione più lontana, alimentante la medesima linea, consentendo l'apertura dell'interruttore extrarapido competente, anche nel caso che questi non abbia sentito il guasto. In tali casi, l'apertura viene seguita dalla richiusura automatica degli interruttori, previa prova linea. Il guasto delle apparecchiature del circuito di scattato non consentirà la chiusura degli extrarapidi.



Pulsante Apertura Generale di SSE (PAG)

Il pulsante di apertura generale può essere azionato in caso di pericolo (esempio incendio) per isolare la SSE da tensioni pericolose per gli operatori addetti allo spegnimento. Il pulsante PAG è ubicato in prossimità della zona di accesso ai locali tecnici di Sottostazione, apre di fatto la media tensione e la corrente continua della SSE e va ad agire, tramite i circuiti logici, sulle interconnessioni MT adiacenti.

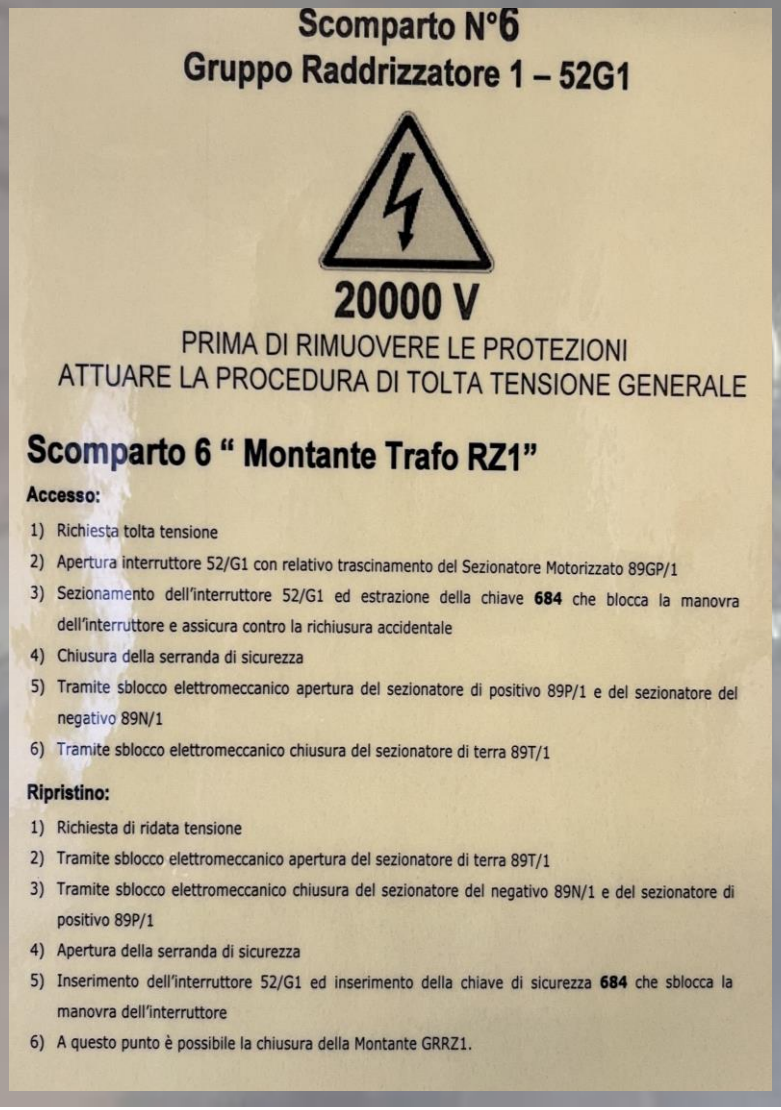
L'azionamento del P.A.G. farà aprire:

- l'interruttore arrivo Ente Distributore di media tensione e i restanti interruttori in MT si apriranno per mancanza tensione (27);
- tutti gli interruttori extrarapidi;
- l'interruttore di batteria a 110 Vcc (tensione ancora presente sulle batterie);

L'intervento del pulsante è segnalato al telecontrollo.

Si deve tener presente che, a valle dell'intervento del PAG di SSE si avrà comunque la tensione di 20 kV sulle terminazioni del cavo di arrivo ENEL, tensione a 750Vcc sul polo lato LdC degli interruttori extrarapidi proveniente dalla linea, e sulle batterie 110Vcc.

Interblocchi



Scomparto N°6
Gruppo Raddrizzatore 1 – 52G1

20000 V

PRIMA DI RIMUOVERE LE PROTEZIONI
ATTUARE LA PROCEDURA DI TOLTA TENSIONE GENERALE

Scomparto 6 " Montante Trafo RZ1"

Accesso:

1) Richiesta tolta tensione
2) Apertura interruttore 52/G1 con relativo trascinamento del Sezionatore Motorizzato 89GP/1
3) Sezionamento dell'interruttore 52/G1 ed estrazione della chiave **684** che blocca la manovra dell'interruttore e assicura contro la richiusura accidentale
4) Chiusura della serranda di sicurezza
5) Tramite sblocco elettromeccanico apertura del sezionatore di positivo 89P/1 e del sezionatore del negativo 89N/1
6) Tramite sblocco elettromeccanico chiusura del sezionatore di terra 89T/1

Ripristino:

1) Richiesta di ridata tensione
2) Tramite sblocco elettromeccanico apertura del sezionatore di terra 89T/1
3) Tramite sblocco elettromeccanico chiusura del sezionatore del negativo 89N/1 e del sezionatore di positivo 89P/1
4) Apertura della serranda di sicurezza
5) Inserimento dell'interruttore 52/G1 ed inserimento della chiave di sicurezza **684** che sblocca la manovra dell'interruttore
6) A questo punto è possibile la chiusura della Montante GRRZ1.

La corretta esecuzione delle manovre sarà assicurata da opportuni interblocchi rispondenti alle norme CEI 17-6 e IEC 298 che, completati da segnalazioni meccaniche della posizione, garantiranno la massima sicurezza del personale.

Detti interblocchi assicureranno che sia possibile:

- Accedere ai componenti in Media Tensione solo dopo che questi sono stati opportunamente segregati e messi a terra.
- Accedere agli apparecchi e ai circuiti di bassa tensione senza pericolo di contatto con i componenti a media tensione.

Telecomando

Il Posto centrale deve permettere di gestire in remoto, in comunicazione con il Posto Periferico presente nella SSE, la supervisione delle funzionalità dell'impianto stesso e la registrazione di tutte le grandezze e gli eventi significativi.

Il sistema SCADA realizzerà le seguenti principali funzioni:

- **Telecomando;**
- **Telecontrollo;**
- **Telemisure;**
- **Diagnostica apparecchiature.**

Inoltre, il sistema realizza alcune funzioni ausiliarie come la registrazione cronologica eventi e la stampa di tabulati statistici.

I controlli effettuati sono memorizzati nel database del sistema e gestiti alla stregua dei controlli normali, sia per la rappresentazione grafica sul video, sia per la presentazione, acquisizione, ecc. degli allarmi associati.

Per alcuni comandi, per esempio quelli relativi alla chiusura delle apparecchiature di SSE, il sistema verifica che i comandi stessi siano inviati rispettando le procedure e l'ordine prefissato.

I comandi non rispondenti a tali criteri sono rifiutati e di ciò verrà informato l'operatore in modo esplicito.

Cabine di Trasformazione SA Stazioni (CDS)

Dalle SSE, tramite distribuzione **ad anello aperto**, si provvede all'alimentazione delle Cabine di Trasformazione delle Stazioni.

Ogni Cabina MT prevede due interruttori «di entrata ed uscita» dell'anello di media tensione e in base al carico necessario di 2 montanti trafo (interruttore 20kV– Trasformatore 20/0,4 kV – Interruttore BT) per l'alimentazione dei servizi ausiliari di Stazione.

Una montante trafo è in servizio, l'altra di pronta riserva. Di norma una montante trafo è sempre di pronta riserva. La logica funzionale prevede il parallelo breve in chiusura dei trasformatori.

Gli interruttori M.T., al pari dei precedenti di SSE (anche se di corrente nominale inferiore), sono di tipo sezionabile/estraibile, con comando a distanza e con spegnimento dell'arco con gas SF6 (esafloruro di zolfo).

Gli interruttori 20 kV della CDS, in linea generale sono dotati delle seguenti protezioni:

- **Relè di Massima corrente (50/51);**
- **Relè direzionale contro guasti a terra (67N);**
- **Bassa Pressione SF6 (63).**

Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT)

Il quadro di distribuzione destinato all'alimentazione dei carichi elettrici afferenti alla stazione, comprese le logiche della cabina stessa di bassa tensione, è suddiviso nelle seguenti sezioni:

"Sezione AC normale": una sezione alimentata dall'uscita dei trasformatori dei servizi ausiliari, contenente gli interruttori di protezione delle utenze a 400/230 Vca sia di Forza Motrice sia di Luci ;

"Sezione AC riserva": una sezione alimentata o dalla sezione AC normale o attraverso una commutazione automatica dal Gruppo Elettrogeno, contenente gli interruttori di protezione delle utenze a 400/230 Vca, sia di Forza Motrice sia di Luci. Le utenze previste su tale sezione in caso di Black out vengono rialimentate dal GE (dopo il tempo necessario al GE per arrivare a regime).

"Sezione AC continuità": una sezione alimentata da UPS, contenente gli interruttori di protezione delle utenze a 400/230 Vca. Tale sezione è deputata all'alimentazione di tutti i carichi privilegiati in continuità, es. luci di emergenza, logiche di comando e controllo, telecomando, impianti di telecomunicazioni, segnalamento, antincendio.

"Sezione 110 e 24Vcc": una sezione (derivata da Caricabatterie), contenente gli interruttori di protezione delle utenze a 110 e 24 Vcc, per l'alimentazione delle logiche di comando e controllo degli enti delle cabine elettriche.

Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT)

La sigla **UPS** "Uninterruptible Power Supply" o Gruppo di Continuità è un'apparecchiatura che viene posta fra la rete di alimentazione ed i dispositivi da proteggere, allo scopo di fornire energia alle apparecchiature per ovviare a repentine anomalie e disturbi della fornitura di energia elettrica normalmente utilizzata.

Tra i più frequenti disturbi elettrici distinguiamo: Picchi di tensione, Sovratensioni, Variazioni di frequenza, Cadute di tensione, Microinterruzioni, Mancanza rete (black-out).

Pertanto l'UPS è un'apparecchiatura in grado di garantire l'alimentazione AC delle utenze collegate a valle ed è quindi destinato, al fine di garantire la regolarità e la continuità dell'esercizio, ad alimentare **in continuità** carichi elettrici privilegiati, quali: Logiche ausiliarie, Illuminazione di emergenza (Stazioni, Banchine, Gallerie, Locali Tecnici), Telecomunicazioni, SCADA, Segnalamento, Antincendio, ecc.

L'alimentazione elettrica a valle dell'UPS viene garantita stabilizzata in tensione, in frequenza e priva di buchi di tensione, micro o macro interruzioni.

In caso di assenza della rete di alimentazione a monte, queste devono essere garantite durante tutto il range temporale dell'autonomia nominale della macchina, prevista in >20'.

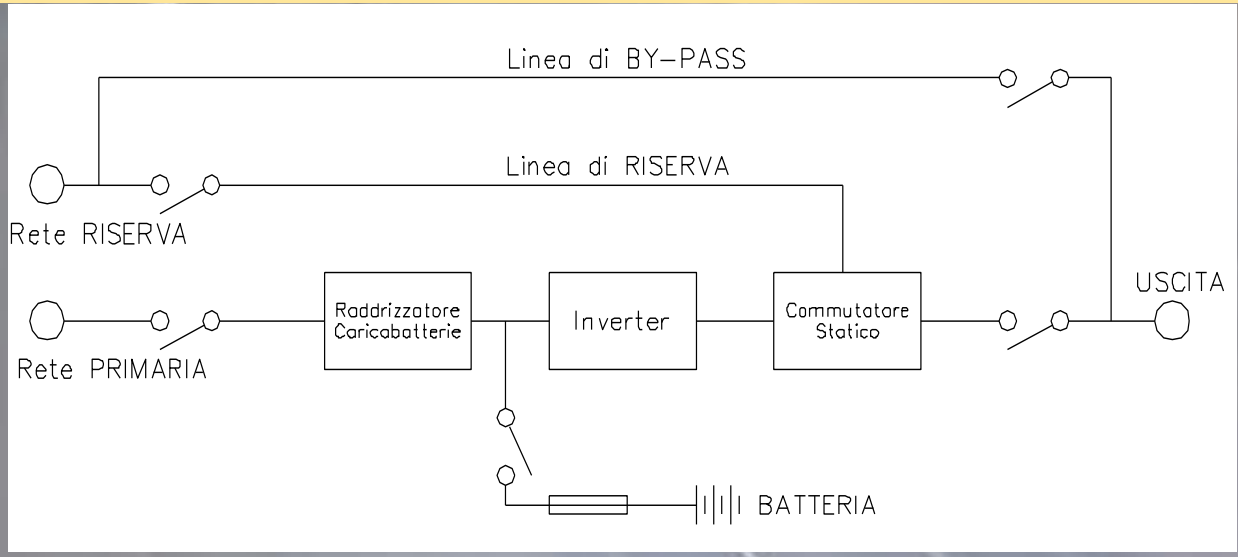
Quando l'alimentazione ritorna entro le tolleranze ammesse, l'UPS provvederà anche a ricaricare in automatico le batterie in modo che esse ricostituiscano il più presto possibile la loro piena capacità per far fronte ad eventuali ulteriori mancanze di tensione.

UPS

Il principio di funzionamento del sistema di alimentazione è riportato nello schema a blocchi e costituito principalmente da:

- Raddrizzatore – Caricabatterie;
- Batteria;
- Inverter;
- commutatore statico su linea di riserva/soccorso;
- interruttore di by-pass per rete normale.

In condizione normali di funzionamento il raddrizzatore caricabatterie provvede alla ricarica automatica delle batterie ed alla contemporanea alimentazione del carico, tramite l'inverter.
In caso di mancanza alimentazione primaria le batterie alimenteranno in continuità il carico.



UPS: Manutenzione

Le principali operazioni di manutenzione da realizzare sugli UPS sono:

- **Ispezione visiva** (almeno una volta al mese): Verifica dello stato fisico dei componenti;
- **Pulizia:** Rimozione polvere e detriti da ventole e componenti elettronici;
- **Verifica sistema di ventilazione**: Controllo funzionamento ventole e flussi d'aria;
- **Controllo dello stato delle batterie**: Verifica tensione, Capacità residua, Eventuali segni di usura;
- **Test di commutazione**: Verifica passaggio tra rete, inverter e by-pass;
- **Controllo parametri elettrici**: Tensioni, Correnti, Sfasamenti, Neutro verso terra ;
- **Prove a carico**: Simulazione mancanza rete per testare l'intero sistema;
- **Verifica funzionale**: Test di simulazione segnalazioni, Allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Documentazione:** Registrazione dei valori misurati, Annotazione di eventuali anomalie, Aggiornamento del piano di manutenzione.

Manutenzione Preventiva UPS (annuale): Operazioni più approfondite, eseguite da tecnici specializzati spesso della casa costruttrice dell'UPS.

Caricabatterie: Generalità

I Caricabatterie sono apparecchiature elettriche installate fra la rete di distribuzione (alimentazione normale) e i carichi sensibili (alimentazione emergenza/continuità). Hanno lo scopo di assicurare la continuità di esercizio degli enti MT/bt delle SSE e delle Cabine di Stazione, fornendo inoltre in uscita energia in corrente continua (110 Vcc) per la carica delle batterie e l'alimentazione degli ausiliari degli enti suddetti a 110 Vcc e 24 Vcc.

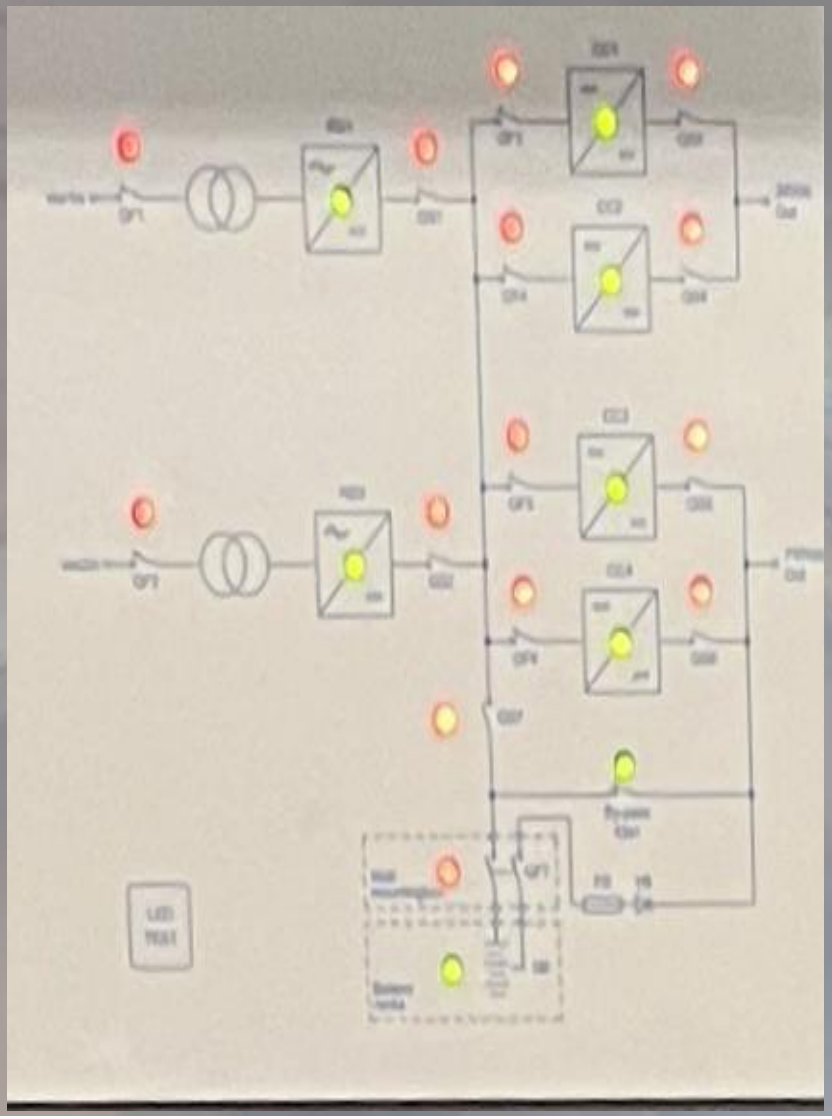
Tra le alimentazioni privilegiate in cc, indispensabili al funzionamento ed al regolare esercizio delle SSE/Cabine MT troviamo: protezioni MT, motorizzazioni degli interruttori con comando a distanza, logiche di comando e controllo, telecomando, telecomunicazioni, sistemi antincendio, ecc.

Come si vede in figura è composto da rack intercambiali e facilmente sostituibili in caso di guasto.

Al pari degli UPS la manutenzione e il mantenimento in efficienza riveste un ruolo importante nella regolarità e continuità dell'esercizio.



Caricabatterie: funzionamento



Elettricamente il caricabatterie è composto da due trasformatori abbassatori ai cui capi fanno capo due raddrizzatori in parallelo. All'uscita dei raddrizzatori sono derivati due convertitori 110- 110 Vcc e due convertitori 110- 24 Vcc. I raddrizzatori svolgono anche il compito di mantenere in carica/ricaricare il pacco batterie.

In caso di black out e conseguente perdita di alimentazione in ingresso, le batterie provvedono in continuità delle alimentazioni privilegiate in uscita.

La macchina è dimensionata in modo tale che, in caso di un guasto ad un raddrizzatore e/o ad uno dei convertitori, il carico resta alimentato regolarmente, ovvero è dimensionato in modo tale da mantenere il pieno carico in uscita anche in situazioni di degrado di una o più sue apparecchiature.

Caricabatterie: Manutenzione

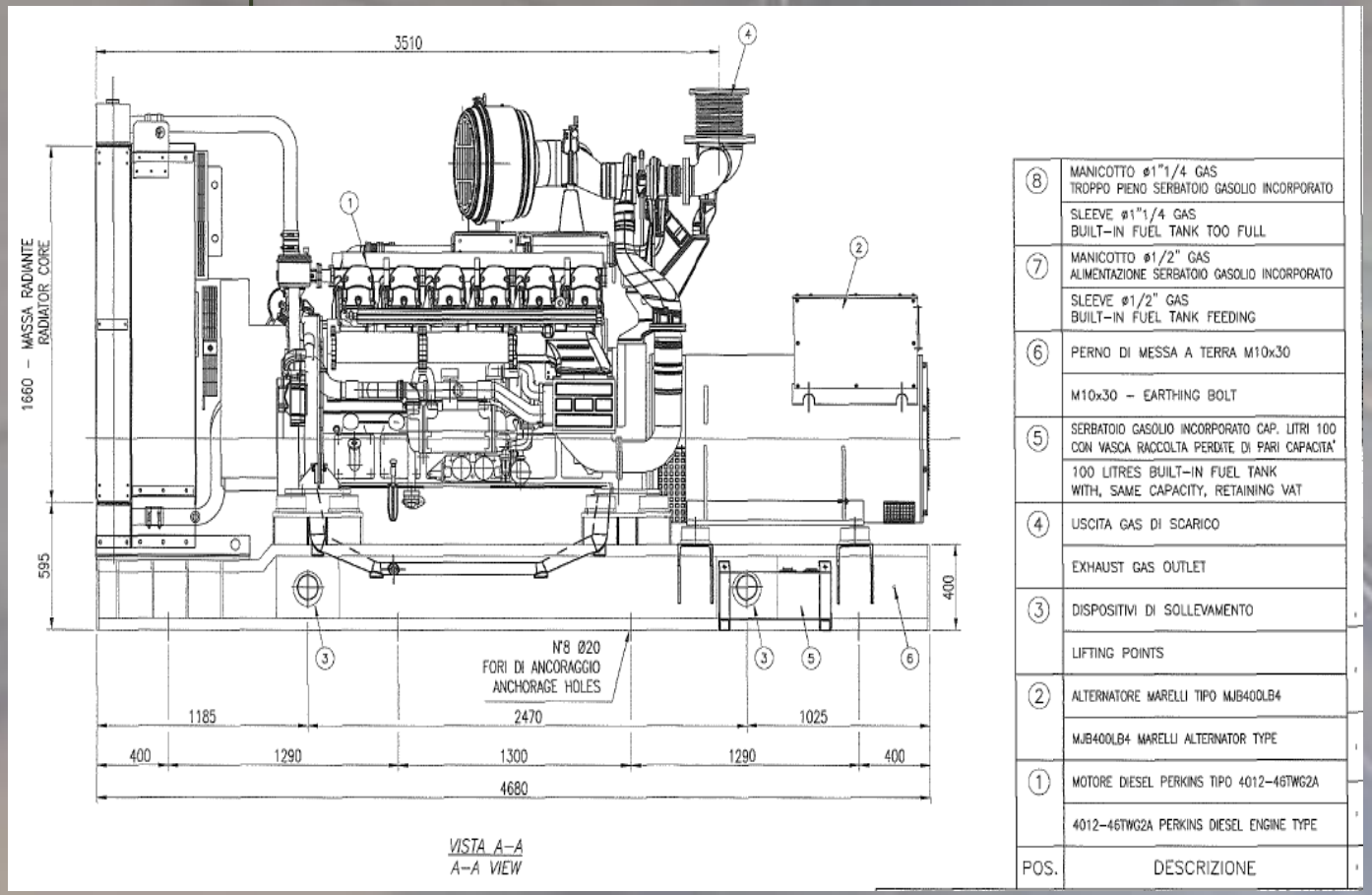
Le principali operazioni di manutenzione da realizzare sui Caricabatterie sono:

- **Ispezione visiva** (almeno una volta al mese): Verifica dello stato fisico dei componenti; Verifica dell'integrità dei cavi di alimentazione, spine, connettori e struttura del caricabatterie;
- **Pulizia:** Rimozione polvere e detriti da ventole e componenti elettronici;
- **Verifica sistema di ventilazione**: Controllo funzionamento ventole e flussi d'aria;
- **Controllo dello stato delle batterie**: Verifica tensione, capacità residua, eventuali segni di usura;
- **Test di commutazione**: Verifica passaggio tra rete e batterie;
- **Controllo parametri elettrici**: Tensioni, Correnti, Sfasamenti, Positivo e negativo verso terra;
- **Prove a carico**: Simulazione mancanza rete per testare l'intero sistema;
- **Verifica funzionale**: Test di simulazione segnalazioni, allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Documentazione:** Registrazione dei valori misurati, Annotazione di eventuali anomalie, Aggiornamento del piano di manutenzione.

Manutenzione Preventiva (annuale): Operazioni più approfondite, eseguite da tecnici specializzati spesso della casa costruttrice del caricabatterie.

Gruppo Elettrogeno: Generalità

Il Gruppo Elettrogeno è una macchina costituita da un motore termico accoppiato ad un generatore elettrico (alternatore).



POS.	DESCRIZIONE
⑧	MANICOTTO ø1"1/4 GAS TROPPO PIENO SERBATOIO GASOLIO INCORPORATO
	SLEEVE ø1"1/4 GAS BUILT–IN FUEL TANK TOO FULL
⑦	MANICOTTO ø1/2" GAS ALIMENTAZIONE SERBATOIO GASOLIO INCORPORATO
	SLEEVE ø1/2" GAS BUILT–IN FUEL TANK FEEDING
⑥	PERNO DI MESSA A TERRA M10x30
	M10x30 – EARTHING BOLT
⑤	SERBATOIO GASOLIO INCORPORATO CAP. LITRI 100 CON VASCA RACCOLTA PERDITE DI PARI CAPACITA'
	100 LITRES BUILT–IN FUEL TANK WITH, SAME CAPACITY, RETAINING VAT
④	USCITA GAS DI SCARICO
	EXHAUST GAS OUTLET
③	DISPOSITIVI DI SOLLEVAMENTO
	LIFTING POINTS
②	ALTERNATORE MARELLI TIPO MJB400LB4
	MJB400LB4 MARELLI ALTERNATOR TYPE
①	MOTORE DIESEL PERKINS TIPO 4012–46TWG2A
	4012–46TWG2A PERKINS DIESEL ENGINE TYPE

I Gruppi Elettrogeni sono utilizzati per fornire energia elettrica, in caso di interruzione della fornitura di energia di rete normale.

È utilizzato per produrre energia elettrica (alternatore) a partire da energia termica di combustione (motore diesel) attraverso due conversioni: da energia termica ad energia meccanica e da energia meccanica ad energia elettrica.

Sono quindi destinati, al fine di garantire la regolarità e la continuità dell'esercizio, ad alimentare non in continuità carichi elettrici quali: Illuminazione di riserva, parte degli impianti di sollevamento, prese di servizio, ecc.

Gruppo Elettrogeno: Manutenzione

Le principali operazioni di manutenzione da realizzare sui Gruppi Elettrogeni sono:

- **Ispezione visiva:** (almeno una volta al mese): Verifica dello stato fisico dei componenti; Controllo sistema di raffreddamento: livello liquido, radiatore, pompe; Ispezione sistema elettrico: batterie, alternatore, cablaggi; Controllo livello olio (Cambio olio: ogni 50 ore di funzionamento);Pulizia filtro aria e Pulizia filtro carburante : ogni 50 ore; sostituzione ogni 100 ore;
- **Pulizia:** Rimozione di polvere e residui;
- **Prove di funzionamento a vuoto**: Ogni 2 settimane; **Prove a carico**: Simulazione mancanza rete per testare l'intero sistema, ogni mese con **Verifica logica di commutazione rete/gruppo;**
- **Controllo sistema di travaso carburante** (se presente);
- **Controllo serraggi**: Verifica e serraggio dei collegamenti bullonati;
- **Controllo elettronico:** Verifica del relè di protezione, Verifica degli apparati di controllo (Pressostati, Termostati, etc.);
- **Verifica funzionale**: Test di simulazione segnalazioni, allarmi e misure per la verifica in locale e in distante delle stesse;
- **Documentazione:** **R**egistrazione dei valori misurati, Annotazione di eventuali anomalie, Aggiornamento del piano di manutenzione.